



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi

Petri Köykkä

Opinnäytetyö
Helmikuu 2016
Kone ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

KÖYKKÄ, PETRI:

Pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi

Opinnäytetyö sivuja 38, joista liitteitä 9 sivua
Helmikuu 2016

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi. Prototyyppi valmistettiin toiminnaltaan mahdollisimman varmatoimiseksi ja kustannuksiltaan edulliseksi. Pellettikattilan toimintaan ja tuubiputken puhdistukseen tutustuttiin. Aikaisemmin nuohoustyö oli suoritettu manuaalisesti. Tarkoituksena oli saada 50 mm:n liike vetonupista kohtisuoraan ylöspäin. Vapauduttuaan tuubissa oleva nuohousharjan liike puhdistaa putken, jolloin putki puhdistuu leijutuhkasta.

Suunnitteluvaiheen tavoite oli pellettikattilassa olevan puhdistusvivun siirtymäliikkeen toiminnan automatisointi. Suunniteltavan prototyypin toimintaperiaatteen tuli olla varma, ja helposti asennettavissa. Suunnittelussa huomioitiin liikkeestä johtuvat kuormitukset kuten kitkat. Ympäristössä piti huomioida prototyypin koko, olosuhteet ja raaka-aineen valinnassa prototyypin käyttötarkoitus.

Suunnitteluvaihe aloitettiin tutustumalla muun muassa turvallisuuden näkökulmiin. Liikkeen saamiseksi vaihtoehtoina oli hydraulinen, pneumaattinen ja mekaaninen järjestelmä. Raaka-aineiden valinnassa otettiin huomioon eri valmistusmenetelmien mahdollisuuksia. Valmistusta varten kaikista osista tehtiin työpiirustukset ja mallinnettiin 3D-mallit. Suunnittelussa käytettiin Autodesk Inventor Professional 2016 -ohjelmaa.

Prosessin aikana luodun mallin avulla valmistettiin todellinen prototyyppi. Prototyyppi vastaa tarvittavia määritteitä kuten koko, siirtoliikkeen saaminen ylöspäin ja vetonupin vapautuminen lähtötilanteeseen. Prototyyppi on koekäytön aikana osoittautunut toimintavarmaksi. Prototyyppi voidaan huoltaa ja korjata uusilla varaosilla pulttiliitoksen ansiosta. Suunnittelussa huomioitiin osien koko logistiikan kannalta hyödylliseksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Modern Production Systems

KÖYKKÄ, PETRI:

Automatization of a Pellet Boiler's Tube Pipe Sweeping Process

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 9 pages

February 2016

The objective of this thesis was to design, model and manufacture an automatic sweeping system for pellet boiler's tube pipe. Conventionally the sweeping requires manual work. The sweeping system was designed to be as operationally reliable and inexpensive as possible. The development work started with exploring the functions of a pellet boiler and the process of tube pipe's sweeping. The basic principle of sweeping is to pull up and release the pull-knobs of the brush system in order to cause a back and forth motion inside the tube pipe, whereupon the tube is cleaned from fly ash and the heat loss will be reduced.

The objective at the design phase was to produce 50 mm vertical transition movement for a pellet boiler cleaning lever. The operating principle of the prototype had to be reliable and easy to install. The design considers the loads due to the movement, such as friction and forces. Due to the environment the size, conditions and the choice of raw material of the prototype were considered in design.

The design work was started by getting acquainted with aspects of safety, among other things. Alternatives of the hydraulic, pneumatic and mechanical system were considered in order to obtain the transition movement of the cleaning lever. In the selection of raw materials, various manufacturing process alternatives were taken into account. For the manufacturing, working drawings were made from all of the parts and they were modeled in 3D models. Autodesk Inventor Professional 2016 software was used in the design work.

The actual prototype was manufactured using the model created during the design process. The resulted prototype meets the requirements given for the design, i.e. the size, obtaining upward transition movement and returning pull-knobs to the starting position. The prototype can be maintained and repaired easily with new spare parts due to bolted joint. The size of the parts was taken into account in order to produce affordable parts from the logistics point of view.

Key words: automation, design, sweeping system

SISÄLLYS

1	VAATIMUKSET	6
1.1	Laitteiston varmatoimivuus ja luotettavuus	8
1.2	Konedirektiivi	9
2	TEORETTINEN TARKASTELU.....	11
2.1	Hydrauliikka	11
2.2	Pneumatiikka	13
2.3	Mekaaninen.....	15
2.4	Teoreettinen vertailu ja - liike.....	17
3	PROTOTYYPIN TOTEUTUS.....	18
3.1	Materiaali	18
3.2	Yhdyskappale.....	19
3.3	Siirtoluistin.....	19
3.4	Laakeri	20
3.5	Epäkeskopyörä.....	21
3.6	Liukupintapala	22
3.7	U-profiilit	23
3.8	Runkokappale	24
3.9	Kansi	25
3.10	Laitteisto	26
3.11	Prototyypin käyttö.....	27
4	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	30

JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi. Lähtötilanteessa pellettikattilan nuohoukseen tarvittiin henkilö vetämään harjakoneiston vetonupista, vähintään kerran vuorokaudessa, varsinkin lämmityskaudella. Tavoitteena oli vähentää pellettikattilan nuohouksen aikana läsnäoloa. Lisäksi tavoitteena oli valmistaa edullinen, toiminnaltaan yksinkertainen prototyyppi. Työ sisältää laitteen suunnittelun, mallintamisen ja prototyypin valmistamisen.

Pellettikattilan tuubiputken nuohouksen toimintaperiaate oli manuaalinen. Nuohouksen mekanisme vedetään vetonupista käsin ylöspäin ja päästäen vetonupista. Pellettikattilan tuubiputken omassa mekaanisessa nuohouksessa harja liikkuu edestakaista liikettä, jolloin harjakset puhdistavat leiju tuhkaa putken sisäpinnoista. Suunniteltiin prototyyppi, joka tekee tarvittavan siirtymäliikkeen ylöspäin automaattisesti.

Tarkoituksena oli säilyttää pellettikattilan nuohousmekanismi ja rakenne alkuperäisenä. Lämmönjakohuoneen koko mahdollisti suunnitellun prototyypille. Valmiina oli myös SPG sähkömoottori, alennusvaihte ja kello, jotka toimivat prototyypille liike energian tuottajina. Prototyyppi suunniteltiin ja piirrettiin Auto CAD ohjelmalla ja valmistettiin kuvanmukaiseksi.

1 VAATIMUKSET

Nuohouslaitteen suunnittelun lähtökohtana oli pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi. Mekanismin pitää liikuttaa olemassa olevaa pellettikattilan tuubiputken nuohousvipua. Manuaalinen toiminto edellytti henkilöä vetämään harjakoneiston vetonupista vähintään kerran viikossa, varsinkin lämmityskaudella. Lämmönjakohuone lämpötilaltaan noin 30 °C ja kuiva, jolloin laitteisto ei vaadi erityistä kosteussuojausta.

Pellettikattilan nuohouksen mekanismin liikerata on 50 mm:n pystysuoraliike ylöspäin vetonupista ja päästää vetonuppi putoamaan vapaasti (kuva 1). Nupin vapaa putoaminen on vaatimus nuohouslaitteen toiminnalle. Nuohouslaitteiston nupin nostamiseen tarvittava voima oli mitattava. Tuloksen saamiseksi käytettiin kalibroitua digitaalista vaakaa. Mittaustulos oli 3,17 kg (kuva 2), josta voidaan laskea nostamiseen tarvittava voima 31.10 N kaavalla 1.

$$F = ma \quad (1)$$

jossa:

F = Voima (N)

m = Massa (kg)

a = Kiihtyvyys (9.81 m/s²)



KUVA 1. Nuohoukseen tarvittava matka ja voiman suunta (Kuva: Timo Lamberg 2014)



KUVA 2. Ylöspäin tarvittavan voiman mittaaminen (Kuva; Petri Köykkä 2016)

Prototyypin koko määräytyi kiinnityspisteistä (kuva 4) ja mittaamalla käytettävissä oleva tila. Prototyypin koko ei saa ylittää kooltaan 300 mm x 300 mm x 250 mm. Prototyyppi kiinnitetään mutterilla kansiluukkuun rakennetta muuttamatta. Pellettikattilan kansiluukku kiinnittyy alkuperäisesti kattilarunkoon, näin säilytetään kattilan alkuperäinen paloturvallisuus. Asennuksessa prototyyppiä kiinnityspisteisiin on rungossa oltava säätömahdollisuus rungon ja vetonupin etäisyyden kannalta. Lisäksi on säätö mahdollisuus oikean siirtymäliikkeen saamiseksi.

Prototyypin rungon kiinnitystä mietittiin kattilan yläpinnalla olevista kannen kahdesta kiinnitysruuvista. Kansiluukun kiinnittämistä varten tarkoitetut kiinnitysruuvit soveltuvat hyvin laitteiston rungon kiinnitykseen. Kiinnitysruuviin välinen etäisyys 70 mm ja kiinnitysmahdollisuus on lähellä vedettävää vetonuppia. Uusien kiinnityspisteiden tarve pois suljettiin (kuva 3; kuva 4). Kattilan yläpinta antaa hyvän mahdollisuuden rakentaa tukevan rakenteen suoran pinnan vuoksi.



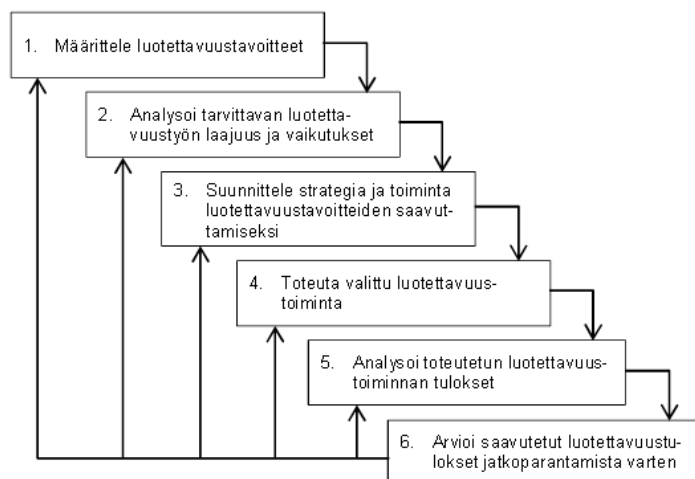
KUVA 3. Pellettikattilan vetonupin alkutilanne ja kiinnityspinta (kuva: Timo Lamberg 2014)



KUVA 4. Rungon kiinnityspisteet (Kuva: Timo Lamberg 2014)

1.1 Laitteiston varmatoimivuus ja luotettavuus

Prototyyppi on oltava käyttövarma ja turvallinen, koska ovat merkittäviä tuoteominaisuuksia. Näiden hallinta jo tuotekehityksen alkuvaiheista alkaen on tärkeitä. Käyttövarmuus muodostuu kolmesta osatekijöistä: toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Määritelmällisesti käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajanhetkellä tai tietyn ajanjakson aikana (Käyttövarmuuden hallinta - standardista käytäntöön, s.13, SFS-IEC 50 s.91 v. 1996).



KUVA 5. Luotettavuuden hallinnan prosessinvaiheet (Käyttövarmuuden hallinta - standardista käytäntöön s. 21)

1.2 Konedirektiivi

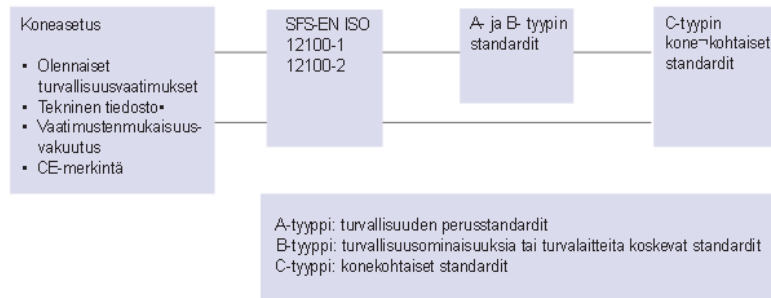
Prototyypin valmistaminen kaupalliseen tarkoitukseen on valmistajan tehtävät tehdä riskin arviointi ja koneeseen koskevat turvallisuusvaatimukset. Suunnitella ja valmistaa turvallisuusvaatimuksen mukainen kone ja lisäksi tehdä käyttöohjeet, tekninen tiedosto, vaatimustenmukaisuusvakuutus. Koneeseen lisätään tarpeelliset merkinnät esim. CE-merkki. (Työsuojeluhallinto, koneturvallisuus).

Koneturvallisuusstandardeja laaditaan eurooppalaisten standardisoimisjärjestöjen CEN:n ja CENELEC:n teknisissä komiteoissa. Luettelo keskeisimmistä koneturvallisuuden löytyy standardeista. Monet standardit valmistetaan yhdessä kansainvälisen standardisoimisjärjestön ISO:n kanssa. Meillä käytössä ovat SFS-EN tai SFS-EN ISO-standardit. Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi voidaan tehdä käyttäen apuna standardeja, SFS- EN ISO 14121, SFS- EN ISO 12100 osat 1 ja 2, sekä konekohtaisia standardeja (Työsuojeluhallinto koneturvallisuus, s.20).

Koneturvallisuuteen liittyvät eurooppalaiset standardit on luokiteltu kolmeen päätyyppiin:

- A kaikilla koneilla sovellettavissa olevat turvallisuuden perusstandardit

- B standardit, jotka käsittelevät yhtä turvallisuuskäsitteitä tai turvallisuuteen liittyvää laitetyyppiä. esimerkkinä sorveissa käytetyt suojukset, melusuojat moottorin testitiloissa ja pölysuojat puuteollisuudessa jne.
- C konetyyppikohtaiset standardit
(Työsuojeluhallinto koneturvallisuus, s.20).

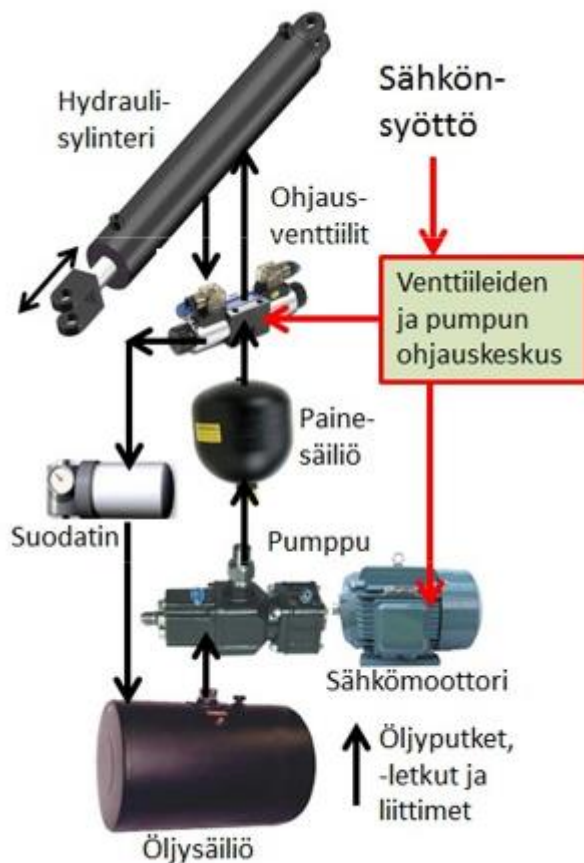


KUVA 6. Koneturvallisuuteen liittyvät standardit (Työsuojeluhallinto koneturvallisuus, s.21)

2 TEORETTINEN TARKASTELU

2.1 Hydraulikka

Hydrauliset tehonsiirtojärjestelmät muuttavat mekaanisesti tuotetun energian hydrauliseksi tehoksi. Mekaaninen teho siis siirtyy hydrauliseksi paineeksi ja tilavuusvirraksi. Mekaaninen energia tuotetaan tavallisemmin sähkö- tai polttomoottorilla. Työkohteen toimilaitteet muuttavat hydrauliset energian takaisin mekaaniseksi energiaksi (Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.97).



KUVA 7. Hydraulikkajärjestelmä (www.sks.fi)

Joustavuus ja komponenttien hyvä teho-paino-suhde kuuluu hydraulisen järjestelmän etuihin. Teho saadaan siirrettyä toimilaitteelle putkia tai letkuja pitkin. Letkut tai putket voidaan viedä koneen runkoa pitkin sisällä tai runkoa seuraten kohteeseen. Suurin hyöty

saavutetaan kuitenkin voimasta, joka tuotetaan väliaineen kokoon puristumattomuuden vuoksi, verrattuna esimerkiksi paineilmaan. Hydrauliiikan edut (Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.99):

- hydraulikkajärjestelmillä saadaan aikaan suuria voimia ja momenttia
- hyörivä ja lineaarinen liike voidaan helposti toteuttaa
- voiman, nopeuden ja momentin muuttaminen on helppoa
- voidaan ylikuormittaa, ilman vaurioita, pysähdyksiin saakka
- komponentit ovat standardoituja
- varaosien saatavuus valmistajilta
- voidaan ohjata sähköisesti
- hydraulineste voitelee ja jäähdytys toimilaitteen

(Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.99)

Hydrauliiikalla ei ole pelkästään etuja, vaan käyttöön liittyy myös rajoitteita. Käytössä oleva tila pitää olla paloturvallinen ja lattiat helposti puhdistettavia vuotojen ilmettyä. Rakenteellisia vaatimuksia vaaditaan komponenttien painon ja koon vuoksi. Yleisin ongelma tai haitta hydraulikkaa käytettäessä, muodostuu pienistä vuodoista, jotka aiheuttavat vaaratilanteita. Lisäksi hydraulikkaan liittyviä muita haittoja (Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.100):

- kaikki hydraulijärjestelmät vuotavat ainakin hiukan
- pitkä kestoikä ja varmuus edellyttävät puhdasta järjestelmää
- tehohäviöt ovat suuria pitkillä siirtomatkoilla
- hyötysuhde ei ole kovin hyvä
- hydraulinesteet ovat palavia ja ympäristöä likaavia nesteitä
- komponenteissa on tarkat toleranssivaatimukset

(Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.100)

Hydrauliiikalla on mahdollista toteuttaa 50 mm:n kotisuoraan ylöspäin tapahtuvaa liikettä. Järjestelmällä saavutetaan vaivattomasti kyseinen voima liikkeen saamiseksi. Ongelmana on vapaapudotuksen saaminen loppupisteestä lähtöpisteeseen ja paloturvallisuus. Hydraulikkaa ei näin ollen voida käyttää pellettikattilan nuohouksen automa-

tisoinnissa koska edellä mainituissa kohdissa voidaan todeta, että järjestelmän rakentaminen vaatii kalliita komponentteja ja toimilaitteita toimiakseen.

2.2 Pneumatiikka

Pneumaattisessa tehonsiirrossa sähkö- tai polttomoottorilla tuotettu mekaaninen energia muutetaan kompressorilla paineilmaksi eli ilmaa puristetaan paine-energiaksi. Paineilma siirretään komponenttien putkia tai letkuja pitkin käyttökohteeseen, jossa kohteen toimilaitteet muuttavat paineilman takaisin mekaaniseksi energiaksi. Paineilmaa on käytetty teollisuudessa jo 1800 – luvun loppupuolella. Paineilmaa käytetään hyvin moniin soveluksiin. Tyypilliset käyttökohteet ovat työkalut ja hienojakoisen aineen siirrossa, kuten hiekkapuhallus. Sylinteripneumatiikka, sähköisten toimilaitteiden ja ohjelmoitavan logiikan muodostavat koneautomaation. Teollisuudessa yleisimmät paineilma kohteet ovat erilaiset kuljettimet ja pakkauskoneet (Keinänen& Kärkkäinen 1997, s.17)



KUVA 8. Paineilmajärjestelmä (www.edu.fi)

Paineilma on ihmiselle vaarattomin energiamuoto. Pneumatiikka mahdollistaa käyttämään erilaisia toimintalaitteita, kuten suoraan työn suorittamiseen. Pyörivä liike aikaan saadaan paineilmamootorilla ja edestakainen liike saadaan sylinteripneumatiikalla.

Yleisesti paineilma soveltuu koneautomaatioon. Esimerkkejä eduista, miksi niitä käytetään (Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.17):

- Vaaditaan nopeita liikkeitä
- Käsitellään keveitä kappaleita
- Liikkeet tapahtuvat yleensä rajalta rajalle
- Edellytetään pehmeää tartuntaa ja siirtoa
- Toimitaan ympäristössä, jossa on palo- tai räjähdysvaara
- Huolto on helppoa ja varaosat edullisia
- Varaosien saatavuus valmistajilta

(Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.17)

Paineilmajärjestelmä vaatii suuria investointeja kiinteistölle toimiakseen luotettavasti (kuva 8). Toimivan kokonaisuuden aikaansaamiseksi tulee suunnittelijalla ja pneumatiikkakomponenttien käyttäjällä olla riittävästi tietoa komponenttien mitoituksesta ja standardisoinnista. Pneumatiikassa ilmenneet haitat ovat esimerkiksi (Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.21):

- Tehotiheys on huono
- Hyötysuhde on huono
- Aseman ja nopeuden hallinta on hankalaa
- Pakkaskestävyys huono
- Ilman purkautuessa on äänekäs
- Tiivistynyt kondenssi - eli laudevesi
- Huolto tiheys
- Tilan tarve kasvaa
- Ei sovellu kotitalous käyttöön

(Keinänen & Kärkkäinen 1997, s.21)

Pneumatiikalla on myös mahdollista toteuttaa 50 mm:n kotisuoraan ylöspäin tapahtuvaa liikettä. Liikeradan hallinta on vaikea loppupisteessä ja lähtöpisteessä. Ongelmana on myös vapaapudotuksen saaminen loppupisteestä lähtöpisteeseen. Pneumatiikka lisäisi huollon tarvetta toimiakseen hyvin ja läsnäolo lisääntyisi. Pneumatiikkaa ei voida käyttää pellettikattilan nuohouksen automatisoinnissa edellä mainituista asioista johtuen ja

koska toimilaitteelta vaaditaan varmatoimisuutta, eikä järjestelmän rakentamisessa voida käyttää ns. ”halpakaupoista” saatavia järjestelmän osia esimerkkinä letkut, kompressorit.

Paineilmajärjestelmän vaatima käyttöpaine tuotettaisiin esim. mäntäkompressorilla, joka pitäisi paineen tasaisena 6 - 7 bar järjestelmässä ja kuitenkin vaadittava tuotto on nuohouslaitteessa vain yksi paineilmasylinterin tilavuus, olisi energian kulutus todella suuri siihen nähden, mitä vaadittavalta nuohouslaitteen liikkeeltä toimiakseen tarvitaan.

2.3 Mekaaninen

Mekaniikka on fysiikan osa, joka käsittelee voimien vaikutusten alaisten kappaleiden lepoa ja liikettä. Mekaniikka voidaan jakaa liiketilan mukaan kahteen osaan, statiikkaan ja dynamiikkaan eli liikeoppiin. Mekaanisella osaamisella saadaan tuloksena toiminnallisesti, rakenteellisesti ja taloudellisesti parhain tuote (Statiikka, Tapio Salmi s.11).

Yksilöllisen laitteen valmistaminen käyttötarkoitusta vastaavaksi on mahdollista. Materiaalikustannukset pysyvät tässä tuotteessa alhaisina. Mekaanisen laitteen yleisimmät edut ovat:

- Laitteen kestävyys
- Toimintavarmuus
- Toimitila ei ole lämpötilaan sidottu
- Asennuksen helppous
- Harvat huoltovälit
- Sopii kotitalouksiin ja pieniin kohteisiin

Prototyypin valmistamisessa jouduttiin osia muokkaamaan useaan kertaan tarkoitukseen sopivaksi. Osat suunniteltiin ja valmistettiin laitteistoa varten, koska piirustuksen mukaisia valmiita standardiosia ei ollut saatavilla. Mekaanisen laitteen yleisimmät haitat:

- Varaosien huono saatavuus
- Laitteiston mahdollinen kuumeneminen
- Pitkät käyttökatkokset korjauksen aikana, johtuen varaosien saannista

- Yleisesti mekaanisen liikkeen tuottaminen on monimutkaisempaa

Prototyypin toiminnon tarkoituksena on saada 50 mm:n liike kohtisuoraan ylöspäin. SPG sähkömoottori alennusvaihteella olevaan akseliin kiinnitetään pyörä joka pyörii 360° astetta. Riittävä liike on 180 °astetta jolloin savutetaan loppupiste. Vapaa pudotuksen aikaa saamiseksi täytyy pyörästä tehdä ”puolikuu”. Vetonupin kiinnittäminen levyyn jossa on laakeripiste kiertäen puolikuun muotoista liikerataa loppupisteeseen jolloin vapaapudotus onnistuu suoran sivun ansiosta. Toiminnan mahdollistaminen on suunnitella runko, liukupinnat, sivutuet ja kansi. Toiminta on periaatteeltaan samanlainen kuin moottorin kampiakselin ja männän tekemä työ ilman vapaapudotusta.



KUVA 9. Prototyyppi (Kuva: Petri Köykkä 2014)

2.4 Teoreettinen vertailu ja -liike

Pneumatiikkajärjestelmät vaativat oman huoneen pääkoneikolle, niin kuin hydraulii-kakin, jolloin kustannukset nousevat (kuva 7; kuva 8). Järjestelmät vaativat enemmän huoltoa toimiakseen hyvin ja lähtötilanne on saada vähennettyä läsnäoloa. Hydraulii-kassa käytettävät hydraulinesteet ovat palavia ja aiheuttavat paloturvallisuusriskin läm-mönjakohuoneessa. Vapaapudotusliikkeen saaminenkin on hankalaa pneumatiikka- ja hydrauliiikka järjestelmässä.

Mekaanisen laitteen toimintaperiaate on helpompi toteuttaa kotitalouksissa. Mekaaninen laite vaatii hydraulista - ja pneumaattista järjestelmää vähemmän huoltoa ja tilaa toimi-akseen. Laitteena paloturvallisempi pellettikattilan lisälaitteena, koska hydraulisessa järjestelmässä on aina öljyvuodon mahdollisuus ja tulipalon sattuessa pneumaattisen järjestelmä kiihdyttää palamista lisähapella. Valmistaminen on aina yksilöllistä, valmii-ta osia ei ole saatavilla.

Edellä mainituissa kappaleissa voidaan todeta niiden edut ja haitat selvästi. Prototyypil-tä vaaditaan varmatoimisuutta, helppokäyttöisyyttä ja ennen kaikkea edullisuutta niin rakentamisessa kuin asentamisessakin, on mekaaninen toimilaite selvästi parempi kai-kilta osin vrt. paineilma/hydrauliikka järjestelmään. Ja jos tällaista laitetta aletaan mark-kinoida lämmitysjärjestelmän valmistajalle, on mekaaninen ratkaisu leijutuhkan poista-miselle konvektiopinnoilta oikea ratkaisu. Myös hinta on tärkeä laitekokonaisuutta aja-tellen, koska kuluttaja ei halua mitään ylimääräistä lämmitysjärjestelmään rakennuskus-tannusten muutoinkin jo korkeiden kustannusten vuoksi.

3 PROTOTYYPIN TOTEUTUS

3.1 Materiaali

Kattilan ylätasen lämpötila pysyy stabiilina, jolloin raaka-aineena voidaan käyttää teräslevyä. Prototyypin rakenne on teknisesti helposti muokattavissa, sitkeä, kulumisenkestävyys ja pitää muodon valmistettuna. Materiaali kustannukseltaan on edullinen ja yleisin materiaali koneen valmistuksessa. (konetekniikan materiaalioppi s.137).

Ylätaso antaa hyvän mahdollisuuden rakentaa tukevan rakenteen prototyypille suoran pinnan vuoksi. Kiinnitystä varten voidaan kattilan kannen nylon mutterit vaihtaa. Prototyypin runkorakenne kiinnitetään tukirakenteeseen kahdelle M8 8.8 mutterilla. (kuva 4; kuva 9).

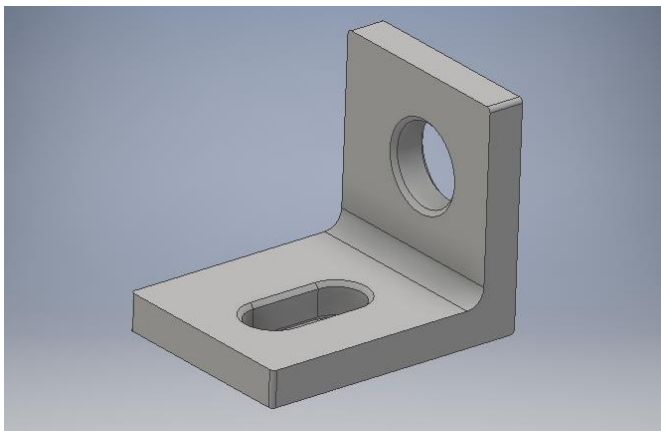
Suunnittelussa, osien valmistuksen osalta, huomioitiin teknillisiä ongelmia esimerkiksi osien valmistuksen aikana tapahtuvia muodon muutoksia. Kokoonpano vaiheessa osien yhteen sopivuuden kannalta olennaista on oikea valmistustustyömenetelmä. Osat valmistettiin teräksestä laserleikkauksella ja nc tarkkuussärmäyksellä.

Laitteen tulisi suorittaa 50 mm: n pystysuoranliikkeen ylöspäin nuohousta varten. Toimiakseen tuubiputken nuohous alkuperäisenä tarvitsee loppupisteessä vetonupin vapauttamisen. Vapauttamisen saamiseksi suunnitellaan epäkeskopyörä ja siirtoluistin. Epäkeskopyörän pyöriessä 180° vastapäivään, siirtoluistin nousee samalla ylös. Vapauttaa samalla vetonupin alas, ohitettuaan epäkeskopyörän pyöristyksen loppupisteen (kuva 1; kuva 10).

Laitteiston käyttövoimana toimii SPG sähkömoottori alennusvaihteella. Näin ollen siirtymäliikkeen aikaansaamiseksi päädyttiin käyttämään alennusvaihteen akselia. Akselin pyöriessä 7,48 sekunnissa 360° astetta. Todettu aika antaa mahdollisuuden edestakaisen nuohousliikkeen tuubiputkessa. Näin saavutetaan alkuperäisen toiminnan mukainen liike.

3.2 Yhdyskappale

Yhdyskappaleeseen kiinnitetään vetotankoon ja siirtoluistimeen siirtoliikkeen saamiseksi. Valmistuksessa käytetään teräslevyä 55x22x4 mm laser leikattuna, rei'itettynä ja taivutettuna (kuva 10). Kuvassa kohtisuoraan ylöspäin olevaan sivuun kiinnitetään vetonupin akseli M8 mutterilla (kuva 2; kuva 3), viereinen sivu kiinnitetään siirtoluistimeen M6 kuusioruuvilla (kuva 11). Uran tarkoitus on mahdollistaa vedettävän akselin hienosäädön asennusvaiheessa.

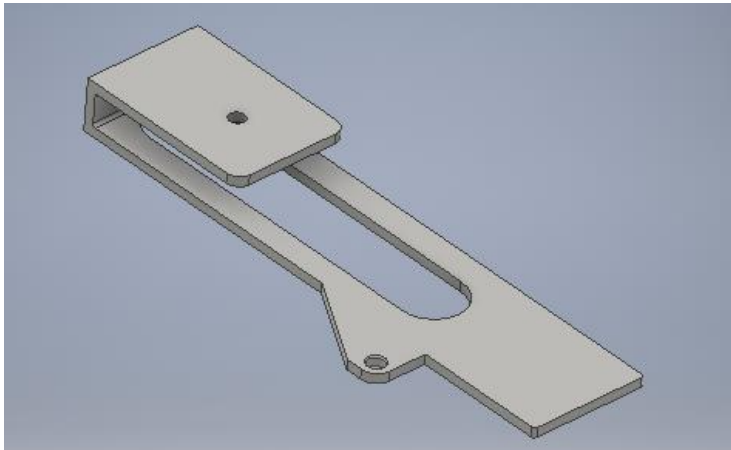


KUVA 10. Yhdyskappale

3.3 Siirtoluistin

Siirtoluistimen tarkoitus on saada 50 mm siirtymäliike aikaiseksi. Epäkeskopyörän pyöriessä vastapäivään ulkoreunassa olevan laakerin pisteen kautta, siirtoluistin saavuttaa maksimi korkeuden. Epäkeskopyörän pyöriessään 180 ° suorasisu vapauttaa siirtoluistimen lähtöpisteeseen laitteistossa. Siirtoluistimen vapaapudotus saadaan aikaiseksi tuubiputken nuohouslaitteiston painovoimasta.

Siirtoluistin valmistetaan teräslevystä 236x54x3 mm laser leikattuna, rei'itettynä ja taivutettuna (kuva 11). Siirtoluistimeen kiinnittyy yhdyskappale ja laakeri (kuva10; kuva 12). Osan keskellä olevan uran tarkoitus on SPG moottorin alennusvaihteelta tulevan akselin väistölle (kuva 19). Yhdyskappale kiinnitetään ulkopintaan M6 kuusioruuvilla, laakeri M5 kuusioruuvilla ja M5 mutterilla.



KUVA 11. Siirtoluistin

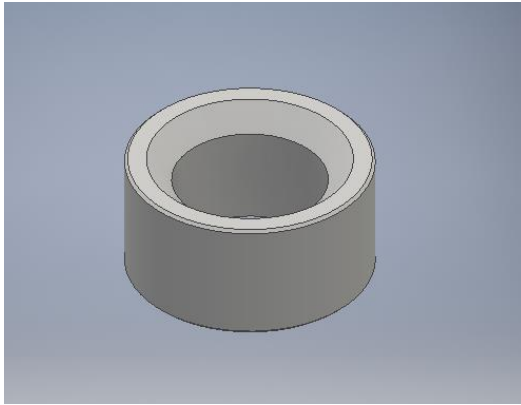
3.4 Laakeri

Laakeri valmistettiin sorvaamalla 10 mm pronssitangosta (kuva 12). Pronssi laakerit ovat teknisesti ja kustannustehokkaasti järkeviä laakeroinnissa. Laakerin tarkoituksena on vähentää kitkaa epäkeskopyörän pyöriessä pyörän ulkokehältä. Laakerin akselina toimii erikoisruuvi M5 ja voideltuna se on pitkäikäinen. Laakerilla saadaan toiminta varmuutta siirtoluistimen pystysuoraliikkeen toiminnalle. (www.sks.fi).

Pronssilaakerin hyödyt:

- kestävät kovia kuormia ja iskukuormia
- hyvä korroosionsietokyky
- toimivat myös likaisissa olosuhteissa
- erinomainen hinta- ja laatusuhde

(www.sks.fi)

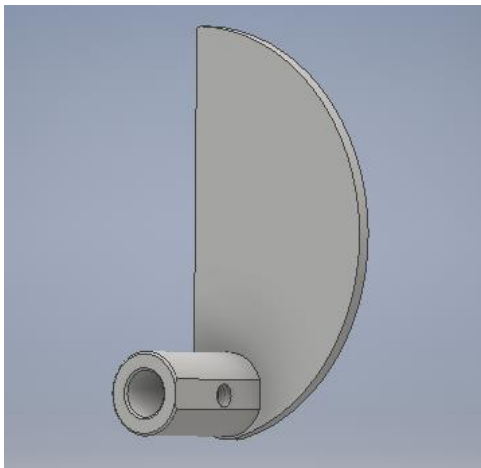


KUVA 12. Laakeri

3.5 Epäkeskopyörä

Epäkeskopyörä valmistetaan kahdesta eri kappaleesta (kuva 13). Laippa valmistetaan piirustuksen mittojen mukaan laser leikattuna teräslevystä. Materiaalin paksuus on 3 mm ja halkaisijaltaan 100 mm ja holkki 18 mm vedetystä pyörötangosta S355J2C+C. Valmistus menetelmänä jatkossa, voidaan miettiä 3D- tulostusta. Muutettaessa valmistus menetelmää kustannukset nousevat (www.onninen.com).

Holkki koneistetaan piirustuksien mukaan. Epäkeskopyörä ja holkki yhdistetään toisiinsa hitsausmenetelmää käyttäen. Sivussa olevalla pidätinruuvilla kiristetään epäkeskopyörä alennusvaihteen akseliin (kuva 14). Pyörän muodolla saadaan aikaiseksi liike siirtoluistimeen, akselin pyöriessä ympäri 180°. Holkin paikka ennen hitsausta on tarkistettava piirustuksesta (liite 8).



KUVA 13. Epäkeskopyörä

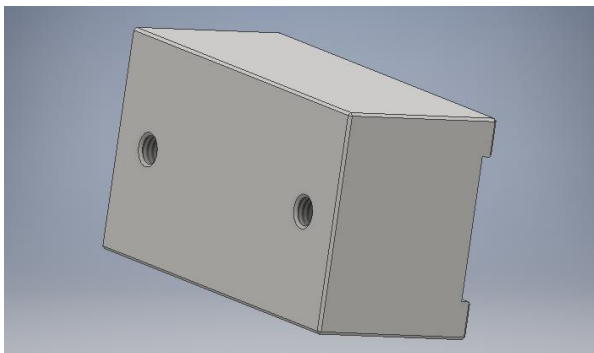


KUVA 14. Prototyypissä näkyvä alennusvaihteen akseli ja laitteiston rakennetta (Kuva: Petri Köykkä 2015)

3.6 Liukupintapala

Liukupintapalan raaka-aineeksi oli kaksi vaihtoehtoa kupariseokset tai teräs (kuva 15). Kupariseokset ovat raaka-aineena hyvä materiaali. Käytetään hyvän liukupinnan takia työstökoneiden johteiden laakeroinnissa. Suunnitellun laitteiston liukupintojen valmistukseen kupariseokset todettiin liian kalliiksi raaka-aineeksi. Raaka-aineeksi valittiin kulutuslevyteräs Booriteräs B24. Liukupintapalat valmistetaan 72x45x35mm aihioista. Valmistus prosessissa käytetään CNC työstökeskusta kappaleen kiinnityspinnan ja liukupinnan koneistamiseen (konetekniikan materiaalioppi s.142).

Mahdollistaa liukupinnaksi Booriteräksen, koska alku- ja loppupisteen siirtymäliikkeen menevä aika on 50 mm matkalla 3.58 s ja kokokierros 7.48 s (kuva 2; kuva 3). Liikkeestä aiheutuva kitka ei aiheuta kiinnileikkautumista kyseisillä nopeuksilla. Siirtymäliikkeessä paine kohdistuu enimmäkseen luistimen sivuille, koska liike on kohdistuoraan ylös ja alas. Huoltosuunnitelmassa on liukupintojen voitelu 3kk:n välein.

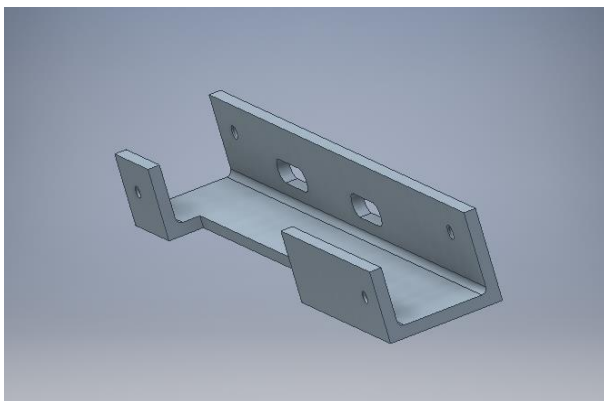


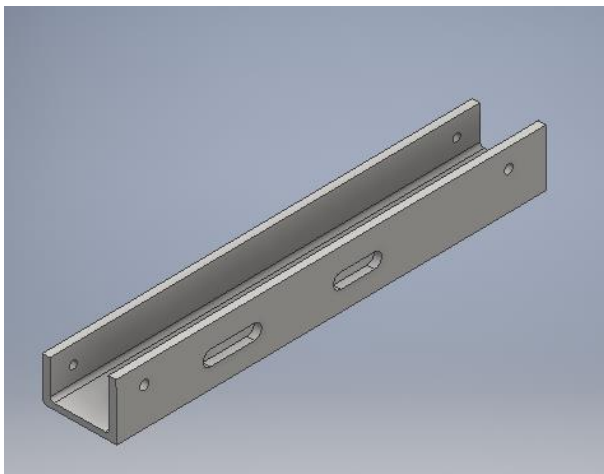
KUVA 15. Liukupintapala

3.7 U-profiilit

U-profiilit (kuva 16) valmistetaan laserleikatusta teräslevystä 230x88x4 mm, joka on rei'itetty, kierteitetty ja taivutettu. Kaksi sivua särmätään 90° kulmaan taivutus kohdasta, näin saadaan u-profiili muodolla jäykkyyttä rakenteelle. U- profiilien tarkoituksena on tukea siirtoluistimen sivuttaisliikettä ylöspäin ja myös siirtoluistimen vapaassa pudotuksessa tapahtuvassa liikkeessä.

U-profiilit ovat kierreareikien osalta samanlaisia. Alennusvaihe, runkokappale ja suojakansi kiinnitetään pulttiliitoksella u-profiiliin. Toisen seinän kevennys on tarkoitettu pyörän ja siirtoluistin liikkeen mahdollistamiseksi. Urien 18 mm pituuden tarkoitus on antaa säätömahdollisuus moottorin akselille ja pyörän toiminnolle asennusvaiheessa (kuva 13; kuva 14).



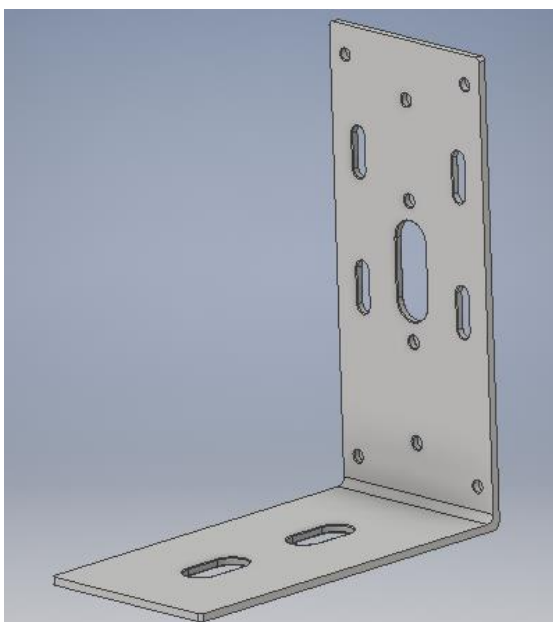


KUVA 16. U-profiilit oikea ja vasen

3.8 Runkokappale

Runkokappaleen tehtävä on toimia moottorin telineenä. Suunnittelussa otettiin huomioon tila, kiinnityspisteet ja raaka-aineen heikentävät menetelmät valmistuksessa (kuva 4). Hitsaus on omiaan aiheuttamaan rakenne- ja ominaisuusmuutoksia, muun muassa haurastumista ja sisäisiä jännityksiä. Runkokappaleen valmistaminen ilman hitsausta on mahdollista nykyaikaisten levytyöstökoneiden hyvien ominaisuuksien vuoksi.

Runkokappale (kuva 17.) valmistettiin teräslevystä kooltaan 430x100x4 mm, laserleikattuna, rei'itettynä ja taivutettuna. Kappale särmätään 90° kulmaan taivutuskohdasta. Runkokappaleeseen asennetaan SPG sähkömoottori alennusvaihde ja kokonaisuudessaan koneikon osat. Runkokappale asennetaan kattilan lakipinnalle kiinnityspisteistä (kuva 4).

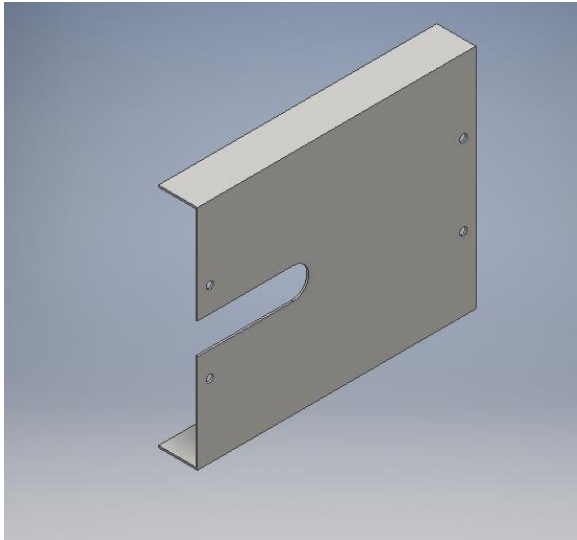


KUVA 17. Runkokappale

3.9 Kansi

Kansi voidaan tehdä teräslevystä 30 x 246 x 1,5 mm laser leikattuna ja rei'itettynä. Kannen valmistuksessa ei saa käyttää muuta raaka-aineita tai verkkomaista teräslevyä. Teräslevystä valmistettu kansi suojaa ylimääräisten esineiden joutumista laitteistoon. Lisäksi epäkeskopyörän pyöriessä rungon ulkopuolella on kannen tarkoitus suojata ja ennalta ehkäistä tapaturmia prototyypin ollessa toiminnassa (kuva 9; kuva 13).

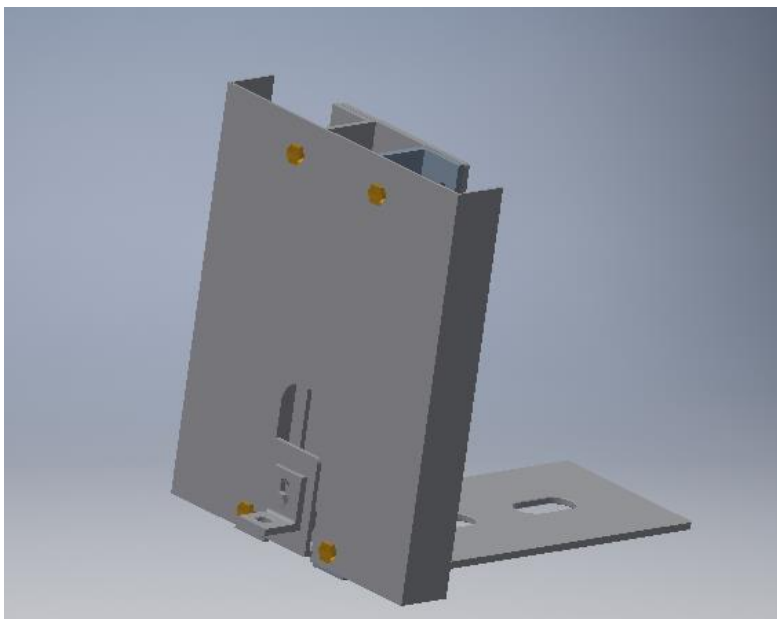
Kannen oikea ja vasen sivu taivutetaan 90° taivutus kohdasta. Taitetut reunat antavat rakenteelle jäykkyyttä ja samalla suojaa epäkeskopyörän pyörimisliikettä. Lisäksi kansi tukee U- profiilien rakennetta. Kansi kiinnitetään neljällä M5 ruuvilla U-profiiliin. Kannen ulkopinnassa olevan uran tarkoitus on mahdollistaa siirtoluistimen 50 mm liike ylöspäin.



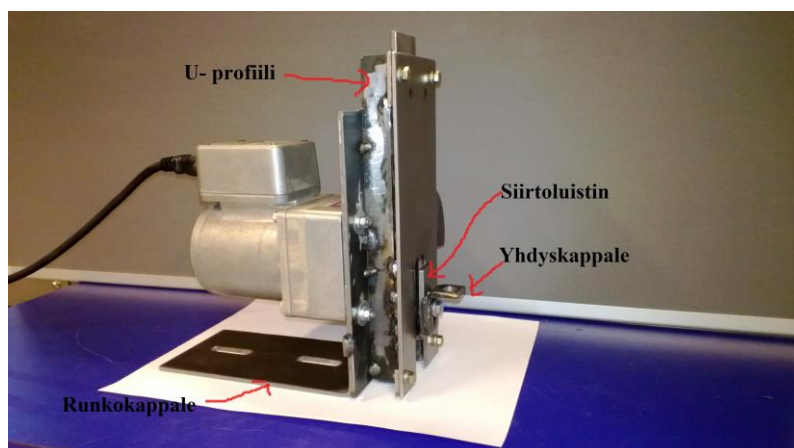
KUVA 18. Kansi

3.10 Laitteisto

Havainne kuva asennetusta prototyypistä lämmitysjärjestelmään (kuva 19). Kuva osoittaa laitteen yksikertaisuuden ja näin ollen sen toimintavarmuuden. Prototyyppi on myös edullinen valmistaa, koska kyseessä on levytyö, joka voidaan kasata pulttiliitoksella. Sarjatuotannossa tuote voidaan pakata pieneen laatikkoon, joka on helppo kuljettaa ja laittaa esille tuote hyllyyn myymälässä.



KUVA 19. Prototyyppi CAD kuvana



KUVA 20. Prototyyppi

3.11 Prototyypin käyttö

Projektin valmistusmenetelmällä ja raaka-aineiden valinnoilla pystyttiin valmistamaan tuote edullisesti ja toimivaksi. Prototyyppi valmistettiin aluksi hitsausmenetelmää käyttäen. Tämä aiheutti raaka-aineelle muodonmuutoksia ja kasauksessa yhteensopivuusongelmia. Tämän vuoksi pohdittiin muita menetelmiä. Toisessa vaiheessa suunniteltiin osien kiinnittämistä ruuvikiinnityksellä. Kymmenen osaa onnistuttiin suunnittelemaan ruuvikiinnityksellä ja näin välttyttiin hitsauksesta aiheutuvat muodonmuutokset. Valmistusmuutoksella saadaan kuluvat osat vaihdettua uusiin. Tuote voidaan myös pakata osina pakettiin ja toimittaa asiakkaille. Näin saadaan kustannuksia alas kuljetuksen ja asennuksen osalta.

Turvallisuutta lisättiin muuttamalla kannen mallia, koska prototyypissä kansi oli puutteellinen mittojen vuoksi (kuva 9). Kannen tarkoitus on estää sormien, pölyn ja epämääräisten esineiden joutumista laitteistoon. Kansi toimii myös yhtenä tukirakenteena rungon ja u-profiilin kanssa.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana valmistettiin prototyyppi (kuva 20), jota koekäytettiin pellettikattilassa. Toiminnaltaan laite sai aikaiseksi ajatellun liikkeen. Kaikki haasteet ja ongelmat saatiin loppujen lopuksi ratkaistua. Prototyypin koekäytössä ei ole ilmennyt teknillistä vikaa, joita olisi tarvinnut korjata. Prototyyppi on todennut varmatoimiseksi ja luotettavaksi. Paikallaolotarvetta ei ole nuohouksen osalta, mutta muut pellettikattilan toimivuuteen liittyvät katselmukset tehdään vaatimusten mukaan.

4 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli pellettikattilan tuubiputken nuohouksen automatisointi. Automatisoinnin tärkein tehtävä oli vähentää paikallaolo tarvetta lämmityskaudella. Kustannukset tuli pitää alhaisina, rakenne yksinkertaisena ja varmatoimisena. Laitteiston käyttövoima saatiin aikaiseksi valmiina olevasta SPG sähkömoottorista ja alennusvaihteistolla.

Laitteen liikkeen toteutus vaihtoehdoiksi mietittiin pneumaattisia, hydraulisia ja mekaanisia sovelluksia. Pneumaattiset ja hydrauliset järjestelmät suljettiin pois vapaa pudotusliikkeen saamiseksi ja monimutkaisina heti työn alkuvaiheessa. Tässä työssä ainoa vaihtoehto oli mekaaninen järjestelmä. Lisäksi käytetään valmiina olevia komponentteja liikkeen voimaksi prototyypissä.

Laitteiston suunnitteluprojekti hahmoteltiin paperille. Prototyyppi valmistettiin palapalalta valmiiksi laitteistoksi. Yhden vuoden koekäytön jälkeen ei prototyypissä ilmennyt puutteita. Näin ollen luonnokset piirrettiin uudelleen puhtaaksi Auto-desk Inventor 3D CAD – ohjelmistolla. Suunnittelussa huomioitiin prototyypin valmistusmenetelmät ja tehtiin tarvittavat muutokset. Prototyyppi valmistui alkuvuonna 2014.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi valmis toimiva prototyyppi. Prototyyppi toiminnaltaan on varmatoiminen ja luotettava. Valmistusmenetelmänä lähes kaikki liitokset on toteutettu ruuviliitoksina. Osia voidaan tarpeen vaatiessa vaihtaa ja kunnostaa huollon yhteydessä. Laitteiston huolto parani huomattavasti prototyyppiin verrattuna. Jatkossa laitteen valmistuksessa ja valmistuslaitteiden hankinnoissa säästetään aikaa ja investointikuluja, prototyypin valmistukseen verrattuna.

Prototyypiltä vaaditaan jatkuvaa toimintavarmuutta. Paras hyöty laitteistolta saadaan laitteiston toimiessa. Tuubiputken sisäpinnat puhdistuvat leijutuhkasta, jolloin kiinteistön lämmittämiseen tarvittava lämpöenergia on vähäisempi. Tilaajalta saadut käyttökemukset laitteistosta ovat positiivisia. Käytön aikana laitteistoon ei ilmennyt ongelmia. Rakenteellisiin suunnittelumuutoksiin ei ryhdytty, koska laite on ollut toiminnaltaan luotettava ja huoltovapaa.

LÄHTEET

Työsuojeluhallinto koneturvallisuus. Luettu 28.9.2015.

http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/fi/364/t_171

Arterm kotimainen lämmitysjärjestelmien valmistaja. Luettu 6.10.2015

<http://www.arterm.fi/lammitysratkaisut/pientalokattilat/pellettikattilat/biomatic-basic/>

CE- merkintä: tuote vastaa vaatimuksia – Europa. Luettu 14.10.2015

http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm

Yleisohjeet CE- merkinnästä: neuvoston päätös 93/465/ETY. Luettu 15.10.2015

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993D0465:FI:HTML>

Finland Onninen. Luettu 10.01.2016

<http://www.onninen.com/finland/>

Kaarlo Koivisto, Esko Laitinen, Matti Niinimäki, Tuomo Tiainen, Pentti Tiilikka, Juho Tuomikoski, K. 2010. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Teräsluettelo 2014. Luettu 09.01.2016

http://www.onninen.com/SiteCollectionDocuments/Finland%20Documents/Tuotteet/Teollisuus/Terasluettelo2014_screen_final.pdf

SKF GROUP – Metalliset liukulaakeri ja pronssimateriaalit. Luettu 9.1.2016

<http://www.sks.fi>

Metsta. Luettu 27.3.2016

http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_temasivut/artikkelit/index.php

Finlex. Luettu 28.3.16

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=valtioneuvoston%20asetus%20koneiden%20turvallisuudesta>

Käyttövarmuuden hallinta - standardista käytäntöön. Luettu 22.4.2016

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T69.pdf>

Toimi Keinänen, Pentti Kärkkäinen ja Werner Söderström osakeyhtiö 1997. Hydraulikka ja pneumatiikka koneautomaatio 1. Porvoo: WSOY- Kirjapainoyksikkö.

Oppimateriaali. Luettu 20.4.2016

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/index.html>

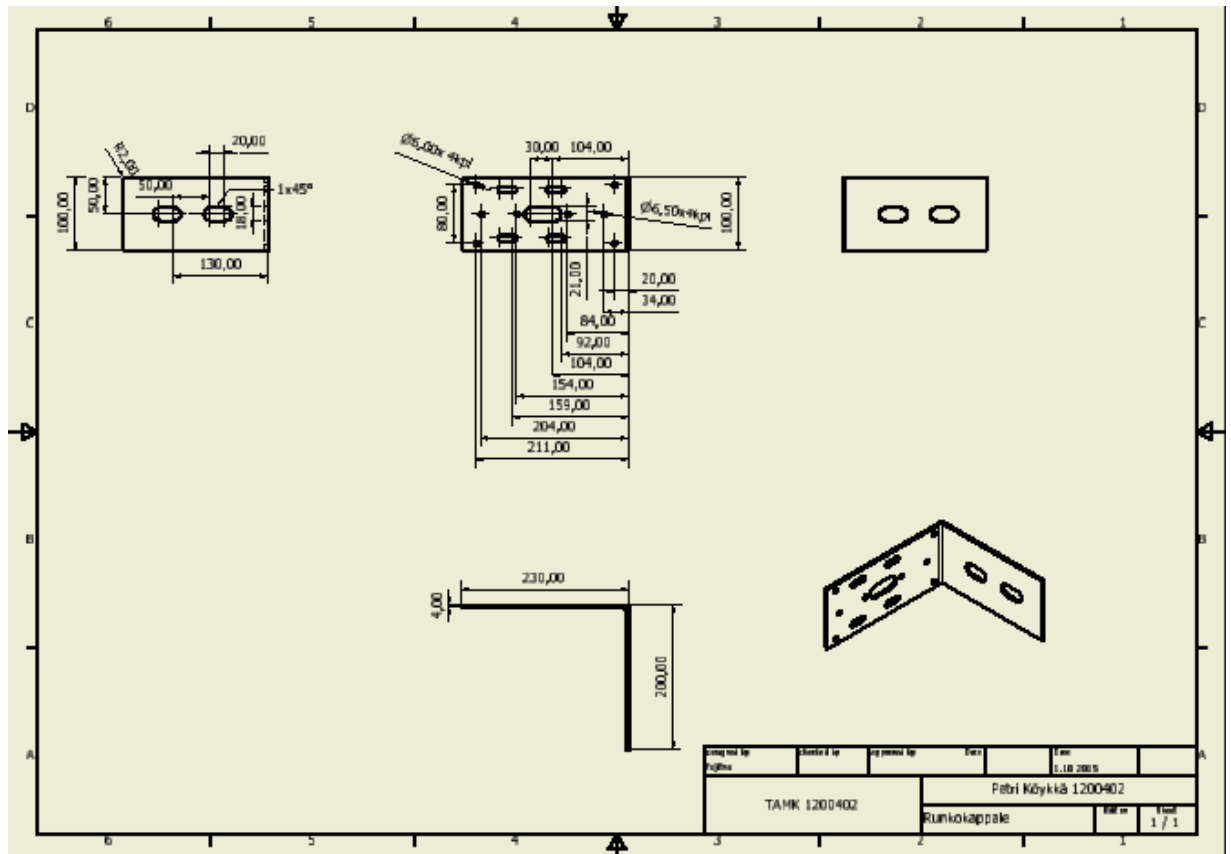
Koneiden määritelmät .Luettu 5.5.2016

<http://www.tyosuojelu.fi/markkinavalvonta/koneet-ja-laitteet/tarkastettavat-koneet-ja-laitteet/koneiden-maaritelmat>

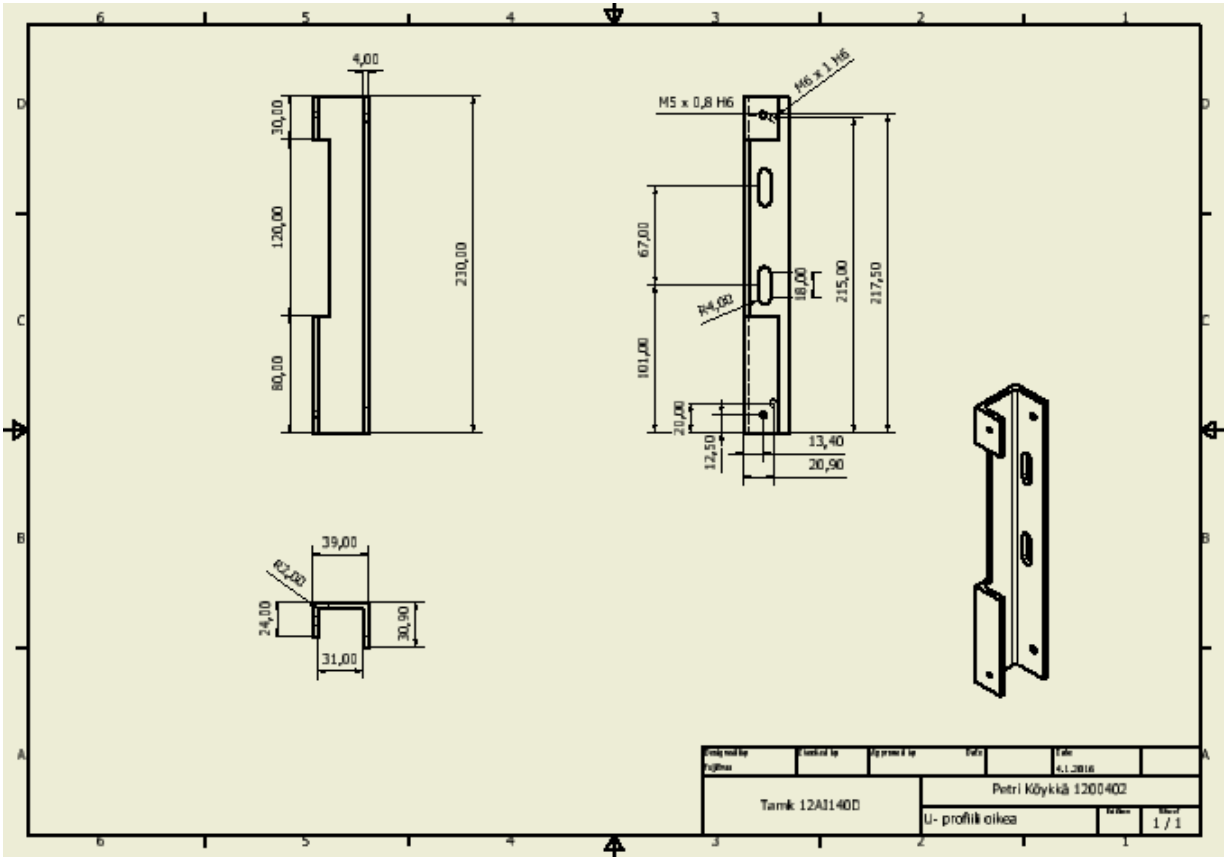
Tapio Salmi, Pressus Oy 2005. Statiikka. Tampere: Klingendahl Paino Oy

LIITTEET

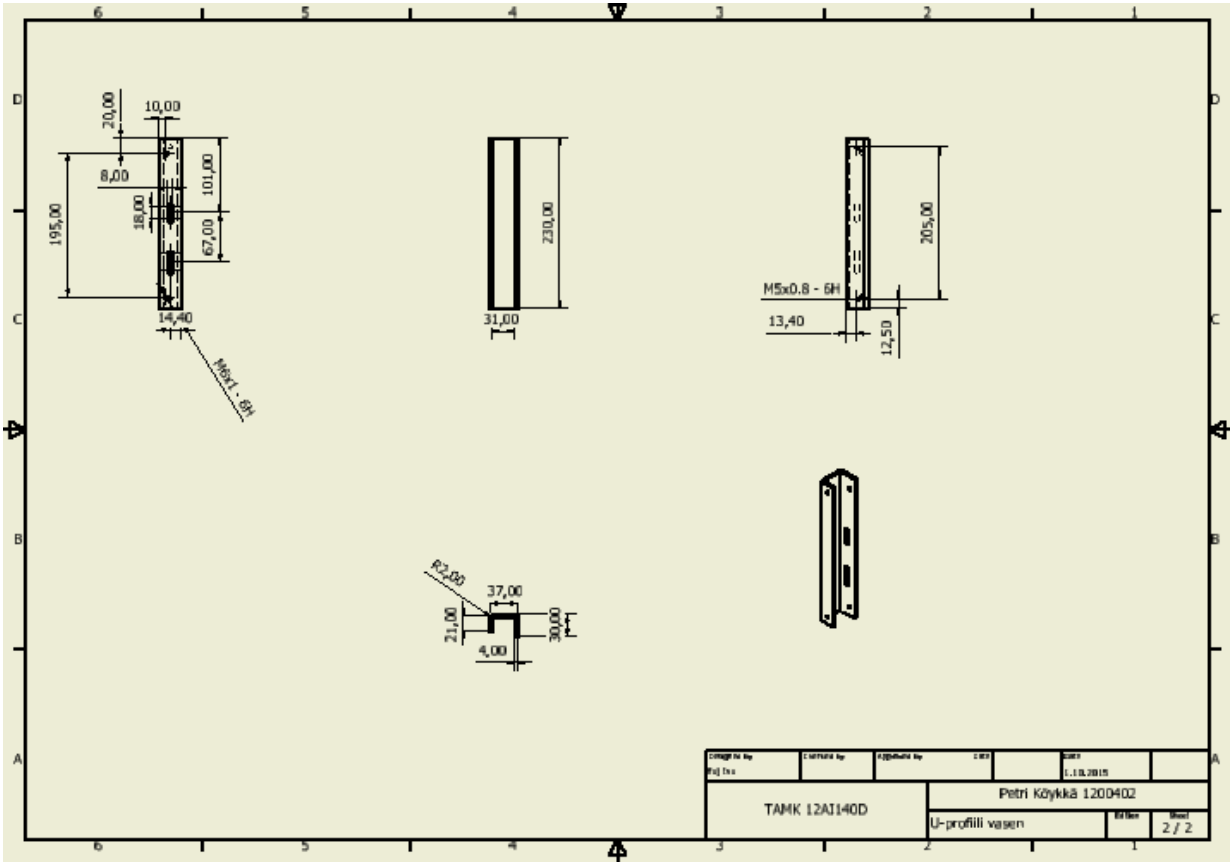
Liite 1. Runkokappale



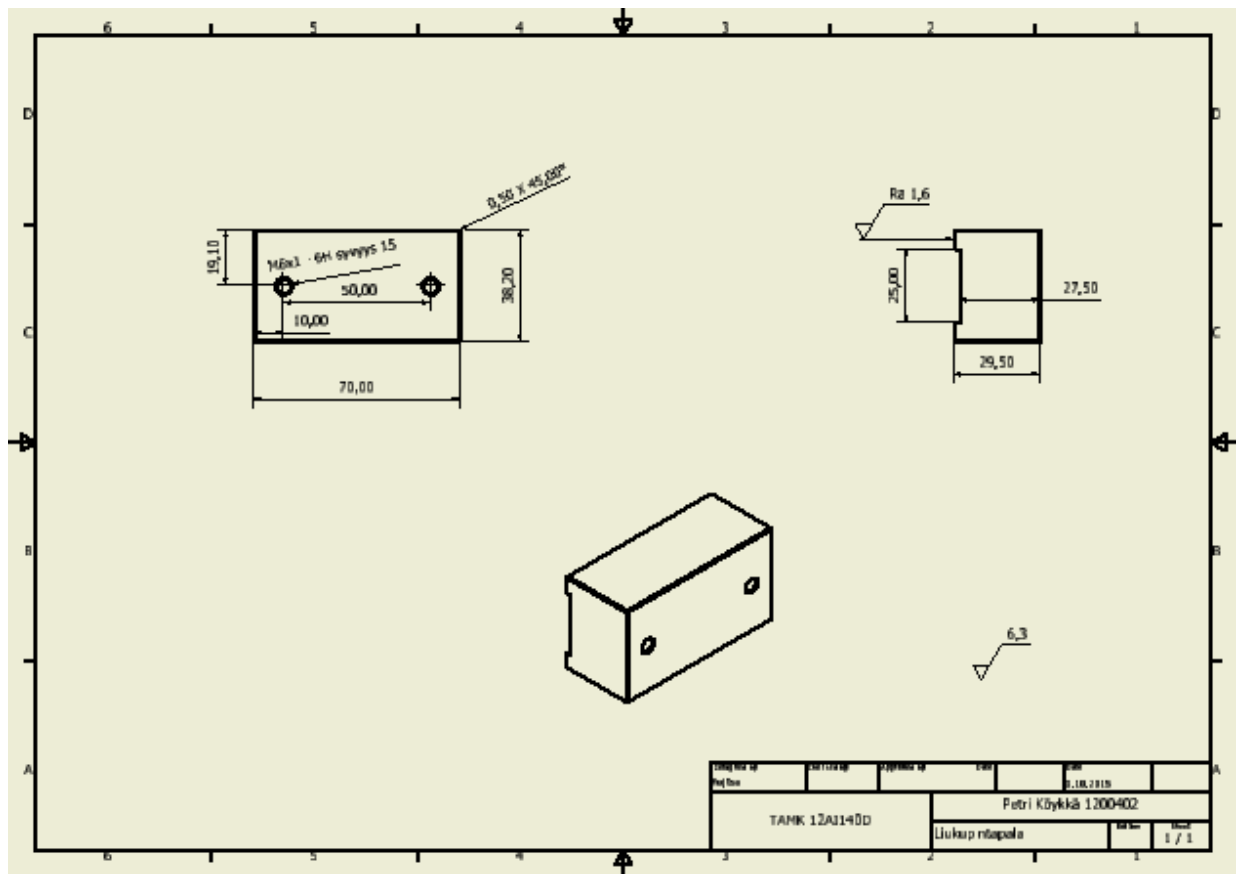
Liite 2. U-profiili oikea



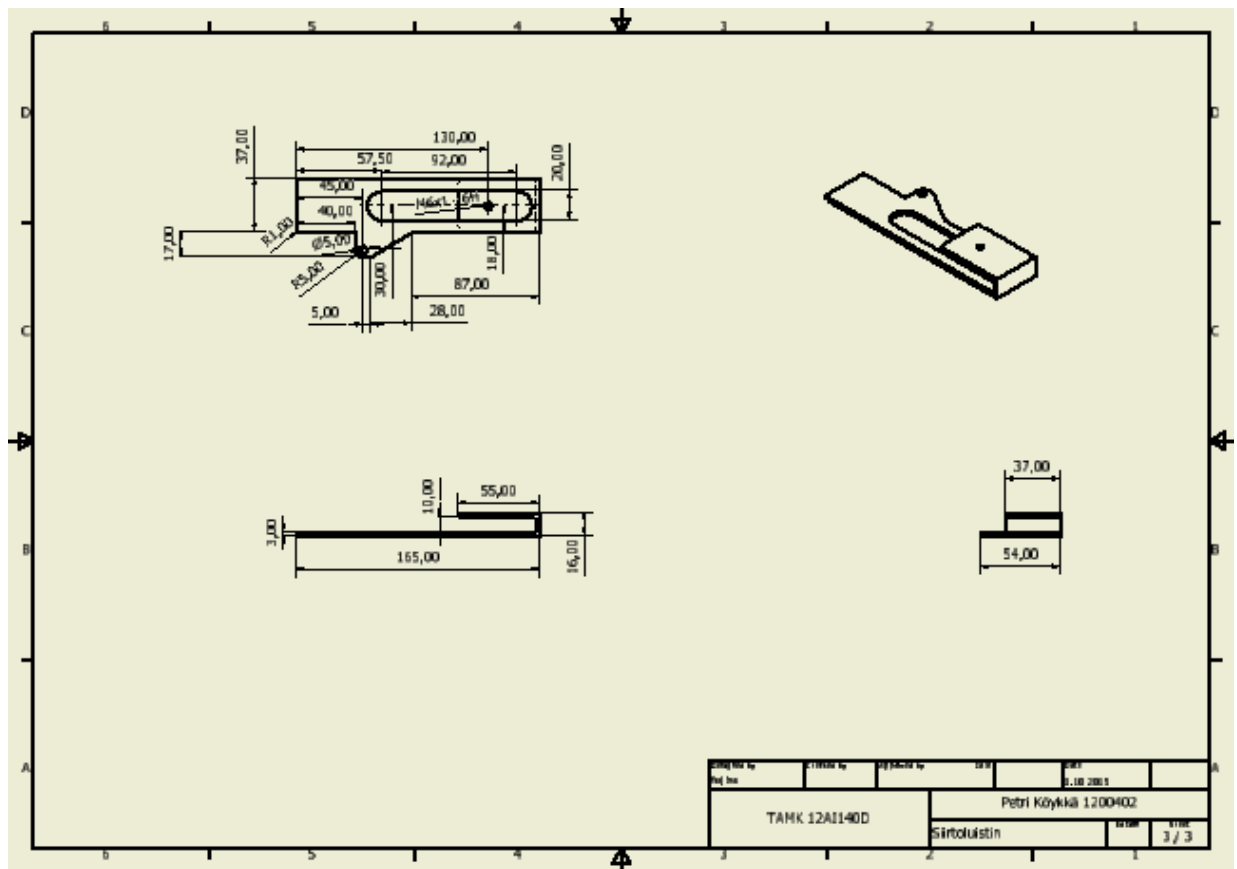
Liite 3. U-profilin vasen



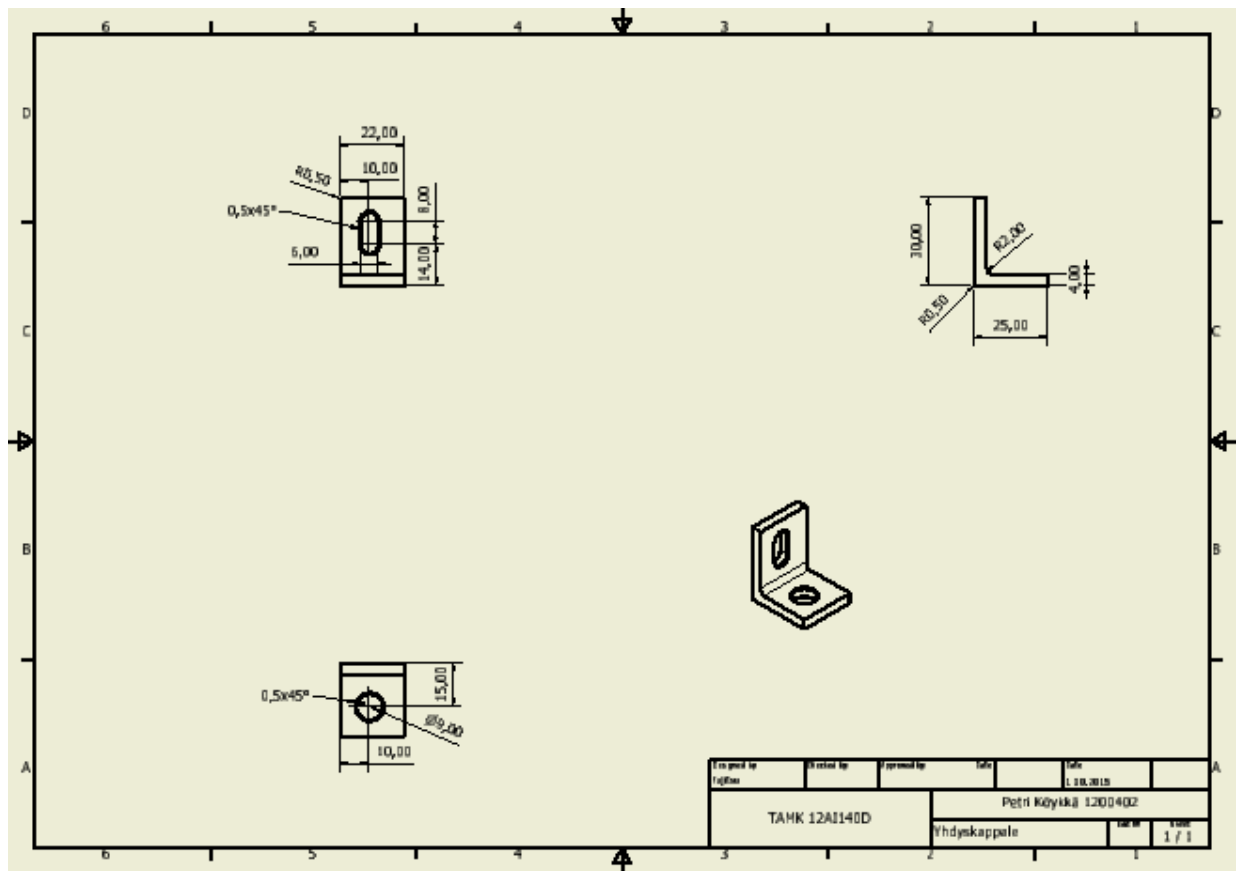
Liite 4. Liukupintapala



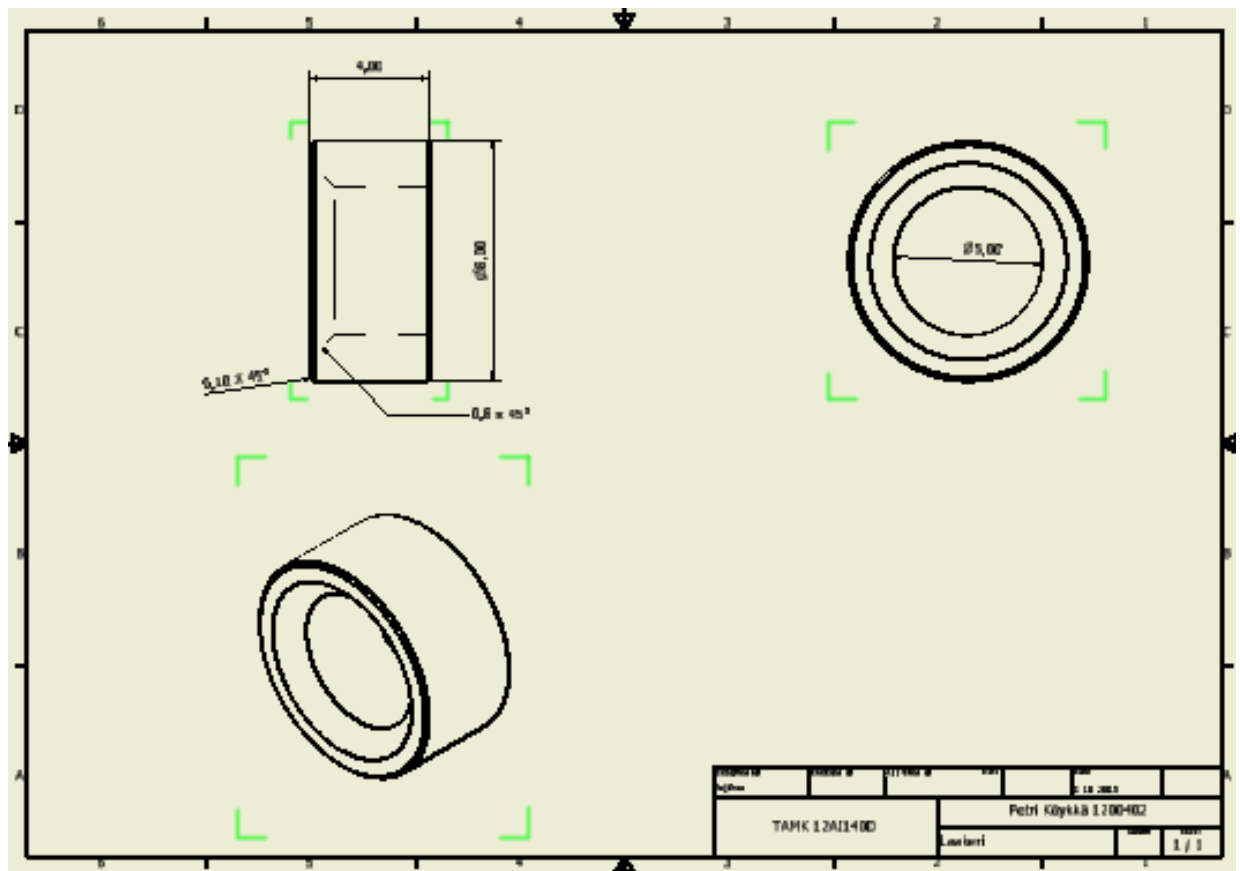
Liite 5. Siirtoluistin



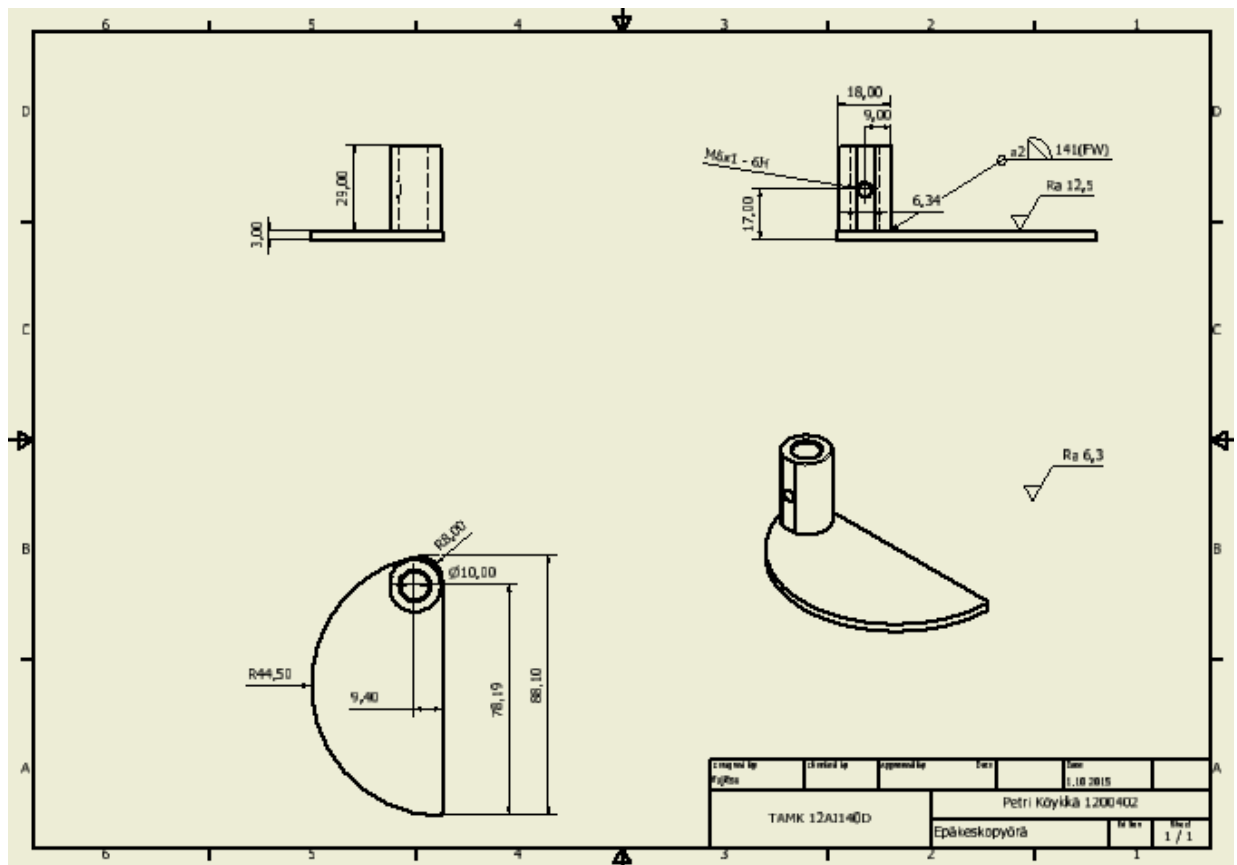
Liite 6. Yhdyskappale



Liite 7. Laakeri



Liite 8. Epäkeskopyörä



Liite 9. Kansi

